

Bulanık MOORA Yöntemi Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programlarının Seçimi ve Değerlendirilmesi

Evaluating And Selection Of Green Supplier Development Programs By Using Fuzzy MOORA

Bilal Şişman, Afyon Kocatepe Üniversitesi , Türkiye, bilalsis@hotmail.com

Öz: Yeşil tedarik zinciri yönetiminde tedarikçilerin çevresel performanslarını geliştirmek oldukça önemlidir. Günümüz işletmeleri tedarikçilerinin performanslarını iyileştirmek ve geliştirmek için çok farklı tedarikçi geliştirme programlarına yatırımlar yapmaktadırlar. Yeşili seven ve çevreyi önemseyen tedarikçilerin olması işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerinde ilk sırada yer alan konulardan biri durumundadır. Fakat yeşil tedarikçi geliştirme programları arasında doğru tercihte bulunmak ve bunu uygulamaya koymak tecrübesizlik, geçmiş deneyimlerde başarısızlık, sınırlı düzeyde bilgi, kurumsal altyapı eksikliği gibi sebeplerden dolayı oldukça zor olmaktadır. Çalışmanın amacı belirsizlik ortamında nominal grup tekniği ve bulanık MOORA yöntemi ile uzmanlar tarafından öngörülen çeşitli yeşil tedarikçi geliştirme programlarını değerlendirmektir. İlk olarak nominal grup tekniği ile yeşil tedarikçi geliştirme programları değerlendirmek için bazı kriterler belirlenmiştir. Ardından nicel verilerin yetersiz olduğu belirsizlik ortamında alternatif programların sıralanması ve değerlendirilmesi amacıyla bulanık MOORA yönteminden yararlanılmıştır. Son olarak modelde yer alan kriter ağırlıklarının alternatif programlar üzerindeki etkinliğini incelemek ve test etmek için duyarlılık analizi yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Yeşil Tedarikçi Geliştirme, Nominal Grup Tekniği, Bulanık MOORA,

Abstract: Developing environmental performance of suppliers is essential for green supply chain management. Today's enterprises are investing very different supplier development programs to improve and enhance the performance of their suppliers. The existences of suppliers which care about environment and are green lover's issues have been ranked firstly to achieve competitive advantage for businesses. The decision to select and implement among the right green supplier development programs is challenging due to lack of prior experience and institutional structure, limited information and varying supplier backgrounds. The aim of this paper is to evaluate various green supplier development programs projected by experts based with nominal group technique and fuzzy MOORA under uncertain environment. Nominal group technique is used firstly to identify criteria for evaluating green supplier development programs. Then, fuzzy MOORA is utilized in order to generate green supplier development program ranking and evaluating under lack of quantitative information. Lastly, sensitivity analysis is addressed to determine and test the influence of criteria weights on alternative programs in the model parameters.

Keywords: Green Supplier Development, Nominal Group Technique, Fuzzy MOORA

1. Giriş

Avrupa Birliği başta olmak üzere tüm dünyada WEEE (European Union Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment) programları, RoHS (Restriction of Hazardous Substances) yasaları, ISO 14000 standartları gibi çevresel uygulamalar işletmeleri imalat süreçlerinde ve tedarik zincirlerinde çevreye daha dostça davranmalarına zorlamaktadır. Bu sebeple yazılı ve görsel medyanın baskısı, zorlu rekabet ortamı ve yasal düzenleyicilerin etkisi kurumların yeşil tedarik zincirine ilgisini sürekli olarak artırmaktadır. Bununla birlikte işletmeler imalat, pazarlama, satın alma, lojistik gibi süreçlerde çevreye zararlı madde salınımını azaltmak amacıyla çevresel programlar geliştirmekte ve yatırımlar yapmaktadırlar (Noci, 1997).

Özellikle imalat sektöründe bulunan işletmeler hammadde-malzeme alımı, yarı mamullerin taşınması, işgücünün nakledilmesi gibi faaliyetlerinin pek çok aşamasında ekonomik açıdan güçlü ve sürdürülebilir tedarikçiler tercih etmektedirler. Örneğin, tedarikçilerden satın alınan hammadde içerisindeki tehlikeli madde miktarı tedarik zinciri sürecinde ciddi çevresel ve ekonomik sorunlara sebep olabilmektedir. Diğer taraftan, uzmanlaşmamış veya tecrübesiz çalışanların olduğu tedarikçiler ile işbirliği yapmak nihai üründe kalite problemlerine neden olabilmekte bu da müşteri memnuniyetsizliğini doğurmaktadır. Bu yüzden, sürdürülebilir tedarikçiler ile çalışmak işletmeler açısından kritik derecede önemlidir. Bu duruma ulaşılabilmesi ve uzun dönemlik işbirliklerini sağlanabilmesi için en uygun tedarikçi geliştirme programlarının uygulanması gerekmektedir (Tang ve Zhou, 2012).

Bir işletmenin çevresel performansı sadece kendi faaliyetlerini dikkate alarak değil aynı zamanda tedarikçilerinin de uygulamalarını hesaba katarak değerlendirilmelidir. Çevresel konulara önem veren ve bunları hayata geçirebilen tedarikçiler ile işbirliği içerisinde bulunmak, işletmelerin çevresel performansını artırmaya yardımcı olmaktadır (Lee, 2008). Bu yüzden işletmeler tedarikçilerinden çevreye uyumluluk sertifikalarını edinmelerini ve yeşil uygulamaları tanımlamalarını istemektedirler. Fakat tüm bunların yanında, pek çok tedarikçinin çevresel faaliyetleri yerine getirebilmesi ekonomik, yasal ve teknik açıdan mümkün olamamaktadır. Böylesi durumlarda, özellikle tek başlarına çevresel performanslarını iyileştiremeye gücü yetmeyen tedarikçiler için yeşil tedarikçi geliştirme programları belirlenmekte ve işletmelerin desteği ile en uygun olanlar hayata geçirilmektedir (Fu vd., 2012).

Literatürde tedarikçi performansı ölçümü, yeşil tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi alanında pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen tedarikçi geliştirme programları üzerinde çok fazla durulmadığı görülmektedir. Hatta uluslararası literatürde sınırlı sayıda bulunan bu çalışmalarda yeşil tedarikçi geliştirme programlarının tedarikçiler üzerinde etkinliği ölçülmeden sadece sınıflandırılması yapılmıştır (Bai ve Sarkis, 2010; Fu vd., 2012; Dou vd., 2014).

Literatürde bulunan bu boşluğu doldurmak, bu alana katkıda bulunabilmek, yöneticilere karar vermelerinde yardımcı olabilmek ve tedarikçilerin çevresel performanslarını artırmada destek olabilmek amacıyla çalışmada yeşil tedarikçi geliştirme programları uygulamanın yapıldığı işletmede çalışan uzmanların görüşleri ışığında ve belirsiz koşullar altında bulanık MOORA (Multi Objective Optimization for Ratio Analysis) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kriterler nominal grup tekniği ile belirlenmiştir. Bu teknik, üretim planlama, talep tahmini, tedarikçi seçimi gibi alanlarda kullanılan insan görüşleri ve yargıya dayalı olan problem çözme tekniğidir. Nominal grup tekniğinde uzmanlar çok sayıda fikir üzerinde birlik sağlayarak görüşleri önemine göre sıralayabilmektedir. Ardından bulanık MOORA yöntemi ile uygulama yapılarak en uygun programlar (alternatifler) belirlenmiştir. Önerilen çok kriterli karar verme yöntemi bu alanda ulusal literatürde ilk kez kullanılmış olup ideal çözüme en yakın sonuçlar üretmiştir.

Çalışmanın geri kalan bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde yeşil tedarik zinciri ve tedarikçi geliştirme, yeşil tedarikçi kriterleri ve değerlendirme üzerine yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde metodolojiden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde elektronik ev aletleri sektöründeki bir işletme üzerinde uygulama yapılmış, bulgular elde edilmiş ve duyarlılık analizi ile alternatif durumlar değerlendirilmiştir. Beşinci bölümde çalışmanın yönetsel etkilerinden bahsedilmiştir. Altıncı bölümde ise sonuç, gelecek çalışmalar ve öneriler üzerinde durulmuştur.

2. Kavramsal Çerçeve

Çalışmanın bu bölümünde yeşil tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi geliştirme, tedarikçilere uygun çevresel faaliyet ve bu faaliyetlerin değerlendirilmesi ve yeşil tedarikçi performansının değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

2.1. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Geliştirme Programları

Son dönemlerde üreticilerin ve tedarikçilerin çevre yönetimi konusunda hassasiyetleri çok daha fazla tartışılır ve incelenir hale gelmiştir. Doğaya saygılı işletme olabilmek çevreye dost ürün ve hizmet geliştirebilme, temiz enerji kullanımı, ambalaj atıklarının tekrar kullanımı, geri dönüşüm faaliyetleri, tehlikeli maddelerin sınırlandırılması gibi pek çok konuda çalışma ve proje geliştirmekten geçmektedir. İşletmeler yeşil tedarik zinciri yönetimi anlayışı ile tedarikçilerinden ve dağıtım ağlarındaki diğer işletmelerinden çevreye duyarlı hareket etmelerini beklemektedirler (Erdal, 2014: 367).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi genel olarak çevresel standartlara uygun davranan veya çevresel performansını önemseyen tedarik zincirine bağlı üyelerin faaliyetlerinin planlanması, organize edilmesi, yürütülmesi ve kontrol edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Hsu ve Hu, 2009). Diğer taraftan Srivastava (2007) yeşil tedarik zinciri yönetimini, ürün tasarımı, malzeme satın alma ve seçimi, imalat süreçleri, nihai ürünlerin müşterilere teslimi ve yaşam süresi sona ermiş ürünlerin tekrar değerlendirilmesi gibi tedarik zinciri faaliyetlerini daha çevresel düşünmek şeklinde ifade etmektedirler. Linton vd. (2007) ise yeşil tedarik zinciri yönetiminde atık yönetimi, geri dönüşüm, tekrar kullanım, yeşil satın alma, yeşil imalat ve dağıtım, tersine lojistik gibi faaliyetlerin bulunması gerektiğini savunmaktadırlar. Görüldüğü üzere yeşil tedarik zinciri yönetimi tedarik zincirinde çevresel konular üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi sayesinde kaynak kullanımında tasarruf, nihai ürünlerde değer artışı, geri dönüşüm ile enerji tasarrufu gibi kazanımların elde edilebileceği araştırmacılar tarafından savunulmaktadır (Büyüközkan ve Vardaloğlu, 2008).

Rekabet ortamının sürekli olarak artması, işletmeleri kendilerine en çok fayda sağlayacak tedarikçiler ile çalışmaya zorlamaktadır. Tedarikçilerin veya işletme içi bazı üretim seçeneklerinin değiştirilmesi gibi seçeneklerin yanında tedarikçi performansının geliştirilmesi gibi farklı alternatif yöntemler de değerlendirilmektedir (Erdal, 2014: 396). Uzmanlar, tedarikçi performansının artırılabilmesi için tedarikçi geliştirme programlarının uygulanmasını önermektedirler (Handfield vd., 2002). Tedarikçi geliştirme, işletmeye fayda sağlayacak tedarikçileri tanımlamak, sisteme daha iyi entegre etmek, etkinliklerini artırmak ve geliştirmek için harcanan çabaları ortaya koymaktadır. Bu sayede düşük maliyet, güvenilir ve hızlı teslimat, müşteri memnuniyeti, yüksek kalite, esneklik, kaliteli hizmet, kısa ürün hayat çevrimi, operasyonlarda verimlilik gibi performans temelli bazı yararlar elde edilebilmektedir (Krause vd., 2007). Tedarikçi geliştirme tedarikçi eğitimi, sertifikalandırma, teknik ve kaliteli yönetim desteği, çevresel imalat, personel değişimi ve bilgi paylaşımı gibi programlardan oluşabilmektedir (Chen vd., 2010).

Son yıllarda yüksek kalitede hizmet verebilmek, çevresel standartlara uyum sağlayabilmek ve yeşil performanslarını artırabilmek amacıyla işletmeler tedarikçi geliştirme programlarını uygulamaktadırlar. Literatürde ise yeşil tedarikçi geliştirme üzerine yapılan ve işletmelere yardımcı olabilecek nitelikte çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Örneğin, Bai ve Sarkis (2010) kurumsal nitelik, tedarikçi geliştirme programlarının niteliği ve performans çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemek için sıkı küme teorisini (rough set theory) kullanmışlardır. Fu vd. (2012) yeşil tedarikçi geliştirme programlarını değerlendirmek için telekomünikasyon hizmet sağlayıcılarına gri tabanlı DEMATEL yöntemini uygulamışlardır. Blome vd. (2014) yeşil tedarikçi geliştirme sonuçları olarak üst yönetim desteği ve firma performansı değerlendirmesinde karşıt görüşleri değerlendirmişlerdir. Dou vd. (2014) bulanık AHP yöntemi ile Çin'de sulama ekipmanları sektöründe lider konumunda bulunan bir işletmenin tedarikçilerinin çevresel performanslarının gelişmesine katkı sağlayacak programları belirlemişlerdir. Awasthi ve Govindan (2016) yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesine yönelik bir problem geliştirmişlerdir. Probleme ait kriterlerin belirlenmesinde nominal grup tekniğinden faydalanmışlar ve alternatif programların seçimi için ise bulanık VİKOR yöntemini kullanmışlardır. Sonuçta tedarikçilere yönelik ISO 14000 Sertifikalandırma ve Çevreci Uzmanlar Tarafından Çalışanların Geliştirilmesi programları en iyi alternatifler olarak çıkmıştır. Bu çalışmaların sonucunda, işletmelerin yeşil

tedarikçi geliştirme programları vasıtasıyla tedarikçilerinin çevresel performanslarını ve faaliyetlerini artırabilecekleri ve iyileştirebilecekleri görülmektedir. Bu iyileştirme çalışmaları düzenli ve etkin eğitimler ve öğrenilen bilgilerin diğer tedarikçiler ile paylaşılması ile mümkün gözükmektedir (Fu vd., 2012).

2.2. Yeşil Tedarikçi Kriterleri

Yeşil tedarik zinciri yönetimi literatüründe görüldüğü üzere işletmelerin mevcut tedarikçilerinin çevresel performanslarını artırmaya yönelik adımları ile sertifikalandırma, çevresel faaliyetleri tanımlama gibi özel konularda daha istekli olmaları yönünde cesaret vermesidir. Bazı araştırmacılar sektörde birden fazla tedarikçisi bulunan işletmeler ile yaptıkları çalışmalarda, yeşil tedarikçi seçimi ve değerlendirme konusunda işletme yöneticilerine yardımcı olacak kriterler belirlemiştir. Örneğin yeşil tedarikçi değerlendirme konusunda yapılan ilk çalışmalardan biri Noci (1997) tarafından otomobil endüstrisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ele alınan kriterler yeşil yetkinlikler, tedarikçilerin yeşil imajı, çevresel verimlilik ve yaşam çevrim maliyetidir. Daha sonra Humphreys vd. (2003) iletişim sektöründeki yeşil tedarikçi değerlendirme kriterleri olarak çevre kirliliğinin etkisi, üst yönetim desteği, yeşil imaj, çevresel yönetim sistemi tasarımı, çevresel yetkinlikler kriterlerini kullanmışlardır. Chiou vd. (2008) Noci'nin çalışmasını genişleterek çevresel yetkinlikler, çevresel yönetim sistemi, çevresel performans ve kurumsal sosyal sorumluluk kriterleri ile elektronik endüstrisinin tedarikçilerini değerlendirmişlerdir. Lee vd. (2009) ise elektronik endüstrisindeki yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesi için kalite, teknoloji yeterliliği, kirlilik kontrolü, çevresel yönetim, yeşil ürünler ve çevresel yetkinlikler kriterlerini önermişlerdir. Tuzkaya vd. (2009) tedarikçi değerlendirme kriterleri olarak yeşil süreç yönetimi, yeşil ürün, yeşil imaj, çevresel yönetim sistemi, kirlilik kontrolü ve çevresel maliyet kriterlerini kullanmışlardır. Feyzioğlu ve Büyüközkan (2010) beyaz eşya imalatçısı bir işletmenin tedarikçilerini değerlendirmek için ürün maliyeti, ürün kalitesi, hizmet performansı, çevresel performans kriterlerini kullanmışlardır.

Chen vd. (2010) elektronik sektöründeki bir işletmenin yeşil tedarikçilerini değerlendirme konusunda yaptıkları çalışmada teslimat güvenilirliği, tedarikçilerin karlılığı, tedarikçi ilişkileri, uygunluk kalitesi, tedarikçilerin esnekliği, içsel hizmet kalitesi, yeşil tasarım, yeşil satın alma, yeşil üretim, çevresel yönetim sistemi ve ISO 14000 sertifikaları kriterlerini kullanmışlardır. Awasthi vd. (2010) çevre dostu teknoloji ve malzeme kullanımı, yeşil pazar payı, yeşil ortaklıklar, yönetim taahhüdü, çevresel politikalara uyum, yeşil Ar-Ge, çalışanların çevresel konulardaki eğitimi, yalın süreç planlama, çevresel sertifikalar, kirlilik kontrolü kriterlerini kullanarak tedarikçi değerlendirme modeli geliştirmişlerdir. Büyüközkan ve Çiftçi (2012) ise otomobil endüstrisindeki bir işletmesinin tedarikçilerini kalite, maliyet, teslimat zamanı, esneklik, yeşil lojistik uygulamaları, yeşil operasyonel faaliyetler ve alternatif yeşil tedarik zinciri faaliyetleri kriterleri ile değerlendirmişlerdir.

Son yıllarda ise Tseng ve Chiu (2013) yaşam çevrim analizi, toplam kalite çevresel yönetimi, çevresel sertifikalar, çevresel üretim, yeşil satın alma, bilgi tabanlı çevresel yönetim sistemleri, yeşil ürünlerde Ar-Ge, tehlikeli ürün kullanımını kriterleri ile farklı bir yeşil tedarikçi değerlendirme modeli oluşturmuşlardır. Shen vd. (2013) tedarikçilerin yeşil performansını değerlendirmek için kaynak tüketimi, çevresel üretim, yeşil tasarım, yeşil imaj, çevresel yönetim sistemi, üst yönetim taahhüdü, çevre dostu teknoloji ve malzeme kullanımı, çalışanların çevresel eğitimi gibi bazı çevresel kriterleri kullanmışlardır. Govindan vd. (2013) tedarikçilerin sürdürülebilirliğinin ölçülmesinde çevresel, ekonomik ve sosyal kriterler belirlemiştir. Çevresel kriterler altında yeşil üretim, kaynak kullanımı, yeşil tasarım ve çevresel yönetim sistemi alt kriterleri kullanılmıştır. Tablo 1'de yukarıda bahsedilen çalışmalar özet bir şekilde sunulmuştur.

Tablo 1. Yeşil Tedarikçi Değerlendirme Kriterleri

Yazarlar (Yıl)	Sektör	Kriterler
Noci (1997)	Otomobil	Yeşil yetkinlikler, Yeşil imaj, Çevresel verimlilik, Yaşam çevrim maliyeti
Humphreys vd. (2003)	İletişim	Çevre kirliliği, Üst yönetim desteği, Yeşil imaj, Çevresel yönetim sistemi tasarımı, Çevresel yetkinlikler
Chiou vd. (2008)	Elektronik	Çevresel yetkinlikler, Çevresel yönetim sistemi, Çevresel performans, Kurumsal sosyal sorumluluk
Lee vd. (2009)	Elektronik	Tedarikçi kalitesi, Teknoloji yeterliliği, Kirlilik kontrolü, Çevresel yönetim sistemi, Yeşil ürünler, Çevresel yetkinlikler
Feyzioğlu ve Büyüközkan (2010)	Beyaz eşya (elektronik)	Ürün maliyeti, Ürün kalitesi, Hizmet performansı, Çevresel performans
Chen vd. (2010)	Elektronik	Teslimat güvenilirliği, Tedarikçi karlılığı, Tedarikçi ilişkileri, Uygunluk kalitesi, Tedarikçilerin esnekliği, İçsel hizmet kalitesi, Yeşil tasarım, Yeşil satın alma, Yeşil üretim, Çevresel yönetim sistemi, ISO 14000
Awasthi vd. (2010)		Çevre dostu teknoloji ve malzeme kullanımı, Yeşil pazar payı, Yeşil ortaklıklar, Yönetim desteği, Çevresel politikalara uyum, Yeşil Ar-Ge, Çalışanların eğitimi, Yalın süreç planlama, Çevresel sertifikalar, Kirlilik kontrolü

Büyüközkan ve Çiftçi (2012)	Otomobil	Tedarikçi kalitesi, Maliyet, Teslimat zamanı, Esneklik, Yeşil lojistik uygulamaları, Yeşil operasyonel faaliyetler
Tseng ve Chiu (2013)	Elektrik-elektronik	yaşam çevrim analizi, Toplam kalite çevresel yönetimi, Çevresel sertifikalar, Çevresel üretim, Yeşil satın alma, Bilgi tabanlı çevresel yönetim sistemleri, Yeşil ürünlerde Ar-Ge, Tehlikeli ürün kullanımını
Shen vd. (2013)		Kaynak tüketimi, Çevresel üretim, Yeşil tasarım, Yeşil imaj, Çevresel yönetim sistemi, Üst yönetim taahhüdü, Çevre dostu teknoloji ve malzeme kullanımı, Çalışanların çevresel eğitimi
Govindan vd. (2013)	Otomobil	Yeşil üretim, Kaynak kullanımı, Yeşil tasarım, Çevresel yönetim sistem

2.3. Yeşil Tedarikçi Değerlendirme

İşletmeler küresel ısınma, karbon ayak izi, yasal standartlar gibi çevresel kısıtlamalardan dolayı çevresel konulara daha fazla ilgi göstermeye başlamışlardır. Bu yüzden son yıllarda stratejik planlamalar yapılırken çevreyi ilgilendiren konular ilk sıralarda yerini almaktadır. İşletmelerin paydaşları tedarikçiler, müşteriler, finansal kurumlar, yasal düzenleyiciler, toplum, rakipler ve devlet organlarından gelen baskılar işletmeleri tedarikçi seçiminde ve değerlendirmesinde daha fazla çevresel olmaya zorlamaktadır. Bu durum hem işletmeleri hem de tedarikçilerini çevresel performanslarını artırmaya yönelik planlar yapmaya yönlendirmektedir (Akman, 2015). Bu yüzden akademisyenler ve araştırmacılar yeşil tedarikçilerin seçiminde ve değerlendirilmesinde işletmelere yardımcı olabilmek ve destek verebilmek amacıyla bazı teknikler önermektedirler. Literatüre bakıldığında teknikler tek başına veya bütünlük olarak birlikte kullanılmıştır (Govindan vd., 2015). Örneğin tek başına kullanılan teknikler AHP (Noci, 1997; Handfield vd., 2002), Bulanık AHP (Lu vd., 2007; Chiou vd., 2008), ANP (Hsu ve Hu, 2007), Bulanık ANP (Büyüközkan ve Çiftçi, 2011), Doğrulayıcı Faktör Analizi (Chiou vd., 2011), Çok Amaçlı Genetik Algoritma (MOGA) (Yeh ve Chuang, 2011), Yapısal Eşitlik Modeli (Large ve Thomsen, 2011), Veri Zarflama Analizi (VZA) (Kumar ve Jain, 2010), Bulanık VİKOR (Awasthi ve Govindan, 2016) ve Bulanık TOPSİS (Awasthi vd., 2008; Govindan vd., 2013) teknikleridir. Bütünlük kullanılan teknikler AHP ve Yapay Sinir Ağları (YSA) (Thongchattu ve Siripokapirom, 2010), AHP ve Genetik Algoritma (Yan, 2009), Veri Zarflama Analizi ve ANP (Kuo ve Lin, 2011), Bulanık Küme Teorisi ve Gri İlişkisel Analizi (GİA) (Chen vd., 2010), Gri Korelasyon Analizi ve AHP (Li vd Zhao, 2009), ANP ve TOPSİS (Akman ve Pişkin, 2013), Bulanık c-ortalama ve VİKOR (Akman, 2015) ve Bulanık AHP, Bulanık TOPSİS ve Bulanık Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (Kannan vd., 2013) teknikleridir. Tablo 2’de yeşil tedarikçi seçimi ve değerlendirme konusunda yapılan çalışmalarda kullanılan ÇKKV teknikleri yer almaktadır.

Tablo 2. Yeşil Tedarikçi Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Yöntem	Kullanıldığı Çalışmalar
AHP	Noci (1997); Handfield vd. (2002)
Bulanık AHP	Lu vd. (2007); Chiou vd. (2008); Lee vd. (2009)
ANP	Hsu ve Hu (2007)
Bulanık ANP	Büyüközkan ve Çiftçi (2011)
Doğrulayıcı Faktör Analizi	Chiou vd. (2011)
Çok Amaçlı Genetik Algoritma	Yeh ve Chuang (2011)
Yapısal Eşitlik Modeli	Large ve Thomsen (2011)
VZA	Kumar ve Jain (2010)
Bulanık VİKOR	Awasthi ve Govindan (2016)
Bulanık TOPSİS	Awasthi vd. (2008); Govindan vd. (2013)
Bulanık GİA	Chen vd. (2010)
AHP ve YSA	Thongchattu ve Siripokapirom (2010)
AHP ve Genetik Algoritma	Yan (2009)
AHP ve Gri Korelasyon Analizi	Li ve Zhao (2009)
ANP ve TOPSİS	Akman ve Pişkin (2013)
Bulanık AHP, Bulanık TOPSİS ve Bulanık Doğrusal Prog.	Kannan vd. (2013)

3. Metodoloji

Rekabetin artması ile birlikte işletmeler tedarik zinciri stratejilerini yeniden gözden geçirmektedirler. Toplumun beklentilerinin değişmesi, doğal kaynakların her geçen gün azalması, firmalar arası ekonomik işbirliklerinin artması işletmeleri daha çevresel düşünmeye zorlamaktadır. Bu da tedarik zincirinin etkin yönetilmesi ile mümkün olmaktadır (Vachon ve Klassen, 2005). Etkin tedarik zinciri yönetimi tersine lojistik, yeşil tedarik zinciri ve sürdürülebilir tedarik

zinciri yönetiminin birlikte ele alınması ile başarıyı getirmektedir. İşletmelerin sürdürülebilir hedeflerine ulaşması çevresel faaliyetlere önem veren en uygun tedarikçiler ile mümkün olmaktadır. Ancak günümüz iş dünyasının karmaşıklığı, alternatiflerin fazlalığı, kriterlerin çok olması yeşil tedarikçi seçimi sürecini etkilemektedir. Böylesi belirsiz ortamlar altında işletmelere bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımı önerilmektedir.

Çalışmada yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesi süreci üç adımdan oluşmaktadır. İlk olarak literatürde yer alan çalışmalar incelenerek ve uygulamanın yapılacağı işletmenin uzmanlarına danışılarak nominal grup tekniği yardımıyla hangi kriterlerin ve alternatif programların kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Ardından belirsiz koşullar altında tedarikçilerin çevresel performansını geliştirmeye yönelik alternatif programlar bulanık MOORA yöntemi ile sıralanmıştır. Son olarak ise duyarlılık analizi ile kriterlerin ağırlıkları değiştirilerek programların sıralamaya olan etkisi değerlendirilmiştir.

3.1. Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programları ve Kriterlerin Seçimi

Yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesi için uygulamanın yapıldığı elektronik ev aletleri imalatçısında çalışan uzmanlar yardımıyla nominal grup tekniği ile bazı kriterler belirlenmiştir. Öncelikle uzmanlardan tedarikçi geliştirmede önemsedikleri kriterleri yazmaları istenmiştir. Daha sonra literatürde yer alan diğer kriterler uzmanların görüşlerine sunulmuştur. Bu sayede işletmenin amacına ve değerlerine uygun görülen kriterler de değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirmenin sonunda her uzmandan kriterleri puanlamaları istenmiştir. Süreç sonunda Tablo 3'te görüldüğü üzere en yüksek puanı alan 11 kriter yeşil tedarikçi geliştirme programlarının seçimi üzerinde etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan işletme yöneticileri 4 adet yeşil tedarikçi geliştirme programı üzerinde çalışmalar yapmakta ve bunlardan en uygun olan(lar)ını tedarikçilerine uygulamak istemektedirler.

Tablo 3. Yeşil Tedarikçi Geliştirme Programları Değerlendirme Kriterleri

Kriter Tipi	Kriterler	Tanımlama	Yazarlar
M	Maliyet (K1)	<i>Ürün maliyeti:</i> Üretim, bakım ve taşımadan kaynaklanan üretim maliyeti <i>Sipariş verme maliyeti:</i> Birim değişken ve sabit sipariş maliyetleri <i>Lojistik maliyeti:</i> Birim değişken ve sabit ulaştırma maliyetleri	Zhang vd. (2003); Yeh ve Chuang (2011); Kuo vd. (2010);
M	İmalat Çıktısı (K2)	İmalat boyunca çevreye salınan kirli gaz, su, katı atıkların, zararlı maddelerin ve gürültünün miktarı	Feyzioğlu ve Büyüközkan (2010); Chiou vd. (2011); Large ve Thomsen (2011); Govindan vd. (2013)
M	Kaynak Kullanımı (K3)	İmalat sürecinde hammadde, enerji ve suyun tüketim miktarı	Noci (1997); Hvefield vd. (2002)
F	Kalite (K4)	<i>Kalite güvence:</i> Sertifikalar ile kalite güvencenin kazanılması <i>Red oranı:</i> Kalite kontrol tarafından tespit edilip reddedilen gelen malzeme sayısı	Zhang vd., (2003); Yang ve Wu (2008); Lee vd. (2009); Kuo vd. (2010); Yan (2009); Grisi vd. (2010)
F	Teslimat (K5)	<i>Teslim zamanı:</i> Malzeme sipariş ile teslim etme arasında geçen süre <i>Zamanında teslimat:</i> Önceden belirlenmiş teslimat çizelgesine uyma yeteneği	Yang ve Wu (2008); Yan (2009); Kuo vd. (2010); Feyzioğlu ve Büyüközkan (2010)
F	Teknoloji (K6)	<i>Teknoloji seviyesi:</i> Tedarikçilerin talepleri karşılama da kullanıkları teknoloji <i>Ar-Ge:</i> Tedarikçilerin talepleri karşılama da Ar-Ge'yi kullanma becerisi	Li ve Zhao (2009); Lee vd. (2009); Büyüközkan ve Çifçi (2010); Awasthi vd. (2010)
F	Çevresel Tasarım (K7)	Enerji tasarrufu, ürünlerin tekrar kullanımı, geri dönüşümü amacıyla yapılan ürün tasarımı ve tehlikeli malzemelerin kullanımını azaltmak veya kullanımından kaçınmak için yapılan ürün tasarımı	Humphreys vd. (2006); Awasthi vd. (2010); Govindan vd. (2013)
F	Çevresel Yönetim Sistemi (K8)	ISO 14000 gibi çevresel sertifikalar, çevresel politikalar, çevresel hedeflerin planlanması, çevresel faaliyetlerin kontrolü	Zhang vd., (2003); Humphreys vd. (2006); Chiou vd. (2008); Li ve Zhao (2009); Yan (2009); Kuo vd. (2010); Lee vd. (2009); Chen vd. (2010); Grisi vd. (2010)
F	Yeşil İmaj (K9)	Çevreyi korumadaki gayret ve başarı ölçümü	Lee vd. (2009); Humphreys vd. (2006); Grisi vd. (2010)
F	Yeşil Satın Alma (K10)	Çevre dostu hammadde satın alınması	Chen vd. (2010)
F	Tersine Lojistik	Ürün kullanımı sona erdikten sonra yeniden	Handfield vd. (2002); Lee vd.

Tablo 3'e bakıldığında tedarikçi geliştirme programları seçiminde K1 – K3 kriterleri maliyet yapılı olup, K4 – K11 kriterleri fayda yapısındadır.

Nominal grup tekniği ile kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde ve alternatiflerin seçiminde bulanıklığın olmasından ve kesin yargıların eksikliğinden dolayı Tablo 4'te yer alan dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Özellikle çevreyi ilgilendiren karar verme süreçlerin sıklıkla görülen kesin olmayan (belirsiz) durumlar altında yöneticiler kesin yargılar yerine çok yüksek, orta, çok düşük gibi bulanık yargıları kullanmayı tercih etmektedirler (Awasthi ve Govindan, 2016). Kriterlerin önem ağırlıkları belirlendikten sonra uzmanlar alternatiflerin tercihi için ise benzer değişkenleri kullanmaktadır. Bu değişkenler üçgensel bulanık sayılar ile en kötü, ortalama, en iyi değerler ile ifade edilmektedir.

Tablo 4. Kriterler ve Alternatifler için Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişken	Bulanık sayılar
Çok düşük (ÇD)	(1, 1, 3)
Düşük (D)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(3, 5, 7)
Yüksek (Y)	(5, 7, 9)
Çok yüksek (ÇY)	(7, 9, 9)

Kaynak: (Awasthi ve Govindan, 2016)

3.2. Bulanık MOORA Yöntemi

İşletmenin tedarikçileri için en uygun tedarikçi geliştirme programının seçimi için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan MOORA yönteminden yararlanılmıştır. Çok amaçlı optimizasyon yöntemi olan ve oransal analize dayalı MOORA (Multi-objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) yöntemi çeşitli karar problemlerinde kullanılmakta ve karar vericilere alternatif çözümler sunmaktadır (Brauers, 2004). Bulanık küme teorisi ile birleştirilen bulanık MOORA yöntemi ise ilk kez Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından kamuda özelleştirme konusunda yapmış oldukları çalışmada kullanılmıştır. MOORA yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri kadar eski olmamasına rağmen literatürde pek çok çalışmada kendisine yer bulmuş olup oran yöntemi, referans noktası yöntemi ve tam çarpımsal form olmak üzere üç farklı yaklaşımdan oluşmaktadır. Brauers ve Zavadskas (2012)'a göre MOORA yöntemi bazı çok kriterli karar verme yaklaşımlarından farklılaşmaktadır. Örneğin bu yöntemin AHP, TOPSİS, ELECTRE, VİKOR ve PROMETHEE yaklaşımlarına göre hesaplama zamanı oldukça az ve matematiksel işlemleri de kısa ve basittir. Diğer taraftan güvenilirliği yüksek olup veri inceleme açısından karar vericiye kolaylıklar sağlamaktadır.

Son yıllarda literatürde MOORA ve bulanık MOORA yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Balezentis (2011) tarımsal ürünlerin verimliliğini tahmin etmede, Archana ve Sujatha (2012) toplumun istedikleri an ve yerde internet hizmeti alabilmesi için kablosuz internet hizmeti veren kurumlar seçiminde, Streimikiene vd. (2012) en uygun enerji üretim teknolojisi seçiminde, Karande ve Chakraborty (2012) işletmeler için en uygun KKP yazılımı seçiminde, benzer bir şekilde Vatasever ve Uluköy (2013) Türk firmalar için Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) yazılımı seçiminde, Yıldırım ve Öney (2013) bulut teknolojisi hizmeti sağlayan firmaların sıralanmasında, Tepe ve Görener (2014) personel seçimi probleminde, Özçelik vd. (2014) Kayseri'de özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi yeri seçiminde, Aktepe ve Ersöz (2014) en uygun depo yeri seçiminde, Uyguntürk (2015) mevcut ve potansiyel müşteriler açısından en uygun internet şubesine sahip bankaların seçiminde, Akkaya vd. (2015) endüstri mühendisliği bölümünü bitiren öğrencilerin hangi sektörde çalışmak istediklerini belirlemede MOORA ve bulanık MOORA yaklaşımlarını kullanmışlardır.

Yöntemin adımlarına geçmeden önce kriterlerin ve alternatif programların bulanık değerlerini bulanık olmayan (crisp) sayılara dönüştürmek gerekmektedir. Örneğin $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ bulanık sayısının bulanık olmayan sayılara dönüştürmede aşağıdaki formül kullanılacaktır.

$$a = \frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6} \quad (1)$$

Yukarıdaki işlem karar vericilerin kriterleri değerlendirme aşamasında üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilen kriter ağırlıklarını bulanık olmayan sayılara dönüştürme sırasında kullanılmaktadır.

Bulanık MOORA yönteminin adımları sırasıyla şu şekildedir (Vatasever ve Uluköy, 2013; Akkaya vd., 2015).

1. Adım: Üçgensel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} [x_{11}^l, x_{11}^m, x_{11}^u] & [x_{12}^l, x_{12}^m, x_{12}^u] & \dots & [x_{1m}^l, x_{1m}^m, x_{1m}^u] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [x_{n1}^l, x_{n1}^m, x_{n1}^u] & [x_{n2}^l, x_{n2}^m, x_{n2}^u] & \dots & [x_{nm}^l, x_{nm}^m, x_{nm}^u] \end{bmatrix} \quad (2)$$

Bu karar matrisine göre m alternatifleri, n kriterleri, xnm n. kritere göre m. alternatifin aldığı üçgensel küçük, orta ve büyük bulanık değerlerini göstermektedir.

2. Adım: Oluşturulan karar matrisi bu adımda normalleştirilmektedir. Normalleştirme süreci matris formunun daha doğru olmasını ve ikili karşılaştırmaların daha iyi yapılabilmesini sağlamaktadır (Balezantis vd., 2012). Her üç bulanık sayının normalleştirilmesi (r) aşağıdaki denklem ile yapılmaktadır.

$$r_{ij}^l = \frac{x_{ij}^l}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [(x_{ij}^l)^2 + (x_{ij}^m)^2 + (x_{ij}^u)^2]}} \quad (3)$$

$$r_{ij}^m = \frac{x_{ij}^m}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [(x_{ij}^l)^2 + (x_{ij}^m)^2 + (x_{ij}^u)^2]}} \quad (4)$$

$$r_{ij}^u = \frac{x_{ij}^u}{\sqrt{\sum_{i=1}^n [(x_{ij}^l)^2 + (x_{ij}^m)^2 + (x_{ij}^u)^2]}} \quad (5)$$

3. Adım: Denklem (1) ile elde edilen ağırlıklar yardımıyla ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$v_{ij}^l = W_j r_{ij}^l \quad (6)$$

$$v_{ij}^m = W_j r_{ij}^m \quad (7)$$

$$v_{ij}^u = W_j r_{ij}^u \quad (8)$$

4. Adım: Bu adımda fayda (yarar) ve maliyet (zarar) kriterleri açısından normalize edilmiş performans değerleri (S) bulunmaktadır. Fayda kriterleri için üçlü bulanık sayılar ayrı ayrı;

$$S_i^{+l} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^l | j \in J^{enb} \quad (9)$$

$$S_i^{+m} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^m | j \in J^{enb} \quad (10)$$

$$S_i^{+u} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^u | j \in J^{enb} \quad (11)$$

Maliyet kriterleri için üçlü bulanık sayılar ayrı ayrı;

$$S_i^{-l} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^l | j \in J^{enk} \quad (12)$$

$$S_i^{-m} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^m | j \in J^{enk} \quad (13)$$

$$S_i^{-u} = \sum_{j=1}^m v_{ij}^u | j \in J^{enk} \quad (14)$$

hesaplanmaktadır.

5. Adım: Normalize edilmiş performans değerleri hâlen bulanık sayılardır. Bu adımda değerler vertex yöntemi kullanılarak bulanık olmayan performans değerlerine dönüştürülmektedir.

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{3} [(s_i^{+l} - s_i^{-l})^2 + (s_i^{+m} - s_i^{-m})^2 + (s_i^{+n} - s_i^{-n})^2]} \quad (15)$$

6. Adım: Ortaya çıkan en yüksek performans değerlerine göre alternatifler sıralanmaktadır. En yüksek performans değerine sahip alternatif tercih edilmektedir.

3.3. Duyarlılık Analizi

Analiz neticesinde çıkan sonuçlar, karar vericilerin öznel yargılarına ve kriterlerin öncelikli tercihlerine göre değişim gösterebilmektedir. Bundan dolayı farklı senaryolar veya durumlar altında sonuçların nasıl değiştiğini gözlemlemek için duyarlılık (etkinlik) analizi yapılması gerekmektedir. Bu analiz, kriterlerin önemi hakkında bilgi verirken belirsizlikten bahsedildiği durumlarda karar vericiler için oldukça yararlı olmaktadır. Çalışmada bulanık MOORA yöntemi ile elde edilen sonuçlar üzerinde kriterlerin önem ağırlıklarının etkinliğini test etmek amacıyla 15 farklı durum incelenmiştir.

Bu durumlardan 11'inde sırasıyla her bir tek kriterin ağırlığı en yüksek, geri kalanları ise 0 olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra 12. durumda bütün kriterlerin ağırlıkları toplamı 1'e tamamlanacak şekilde eşit, 13. durumda sadece maliyet yapılı kriterlerin kullanıldığı ve ağırlıkları eşit, 14. durumda sadece fayda yapılı kriterlerin kullanıldığı ve ağırlıkları eşit, 15. durumda bütün kriterlerin ağırlıkları 1'e tamamlanacak şekilde rastgele sayılar verilerek denemeler yapılmıştır.

4. Uygulama

Günümüzde otomotiv, beyaz eşya, gıda, ağır metal, tekstil gibi büyük işletmeler yeşil üretim, uygun çalışma koşulları, ISO 14000 sertifikaları gibi tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilir faaliyetlerini iyileştirmeye çalışmaktadırlar. Bu kapsamda çalışmada, beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren elektronik ev aletleri imalatçısının tedarikçileri için kendilerini geliştirmeleri yönünde program seçimi yapılmıştır. Uygulamanın yapıldığı bu işletme pek çok tedarikçi ile çalışmaktadır. Fakat işletme, çevresel ve ekonomik performansını artırabilmek, ürünlerinde kaliteyi koruyabilmek, artan müşteri baskılarına cevap verebilmek, tehlikeli atık ve karbon salınım miktarını azaltabilmek amacıyla yeşil tedarikçiler ile güçlü stratejik ortaklıklar kurmak ve onların çevresel performanslarını artırmak istemektedir.

İşletmenin tedarikçilerinin gelişimleri açısından destek olmaya çalışan Satınalma Yardımcı Sanayi Geliştirme Bölümü bulunmakta olup tedarikçilerinin altyapılarını iyileştirmelerine destek olmak için projeler geliştirmektedir. Bu çalışmalar hem firmaya rekabet açısından avantaj sağlamak hem de maliyetler düşürülürken kalitenin artırılmasına destek olmaktadır. Ayrıca "kazanç paylaşım" modeli verimlilik projeleri hayata geçirilerek tedarikçilerin kaliteleri artması amaçlanmaktadır. İşletme, yeşil tedarikçiler gelişmesi için (A1) "sertifikalandırma", (A2) "Ar-Ge desteği", (A3) "tedarikçi toplantıları" ve (A4) "uzman desteği ve teknik eğitim" programları ile ilgilenmektedir.

İşletme, tedarikçilerine ISO 14001, 9001 gibi çevresel ve kalite yönetim sertifikaları kazandırma konusunda baskı kurması gerekmektedir. Düzenlemelere, yasalara ve standartlara uyum ile alınan cezalara azalacak ve tedarik zinciri içerisindeki ortakların yeşil imajı ve başarısı artmış olacaktır. Diğer taraftan enerji ve hammadde tüketiminde tasarruf sağlanması süreçlerde yeşil üretim faaliyetlerinin gerçekleştiğini göstermektedir. Bu da düzenli Ar-Ge desteği ile mümkün olması beklenmektedir. Bilindiği üzere doğal kaynaklar sürekli olarak azalmaktadır. Tedarikçilerin bu konuya dikkat etmesi bazı çevresel yararlar sağlarken enerji tüketim maliyetlerinde azalma işletmeye ekonomik fayda sağlayacaktır. İşletme, tedarikçi performansı iyileştirmesinde bazı spesifik konularda özel araştırmalar yapmakta ve tedarikçiler ile sıklıkla toplantılar organize etmektedir. Bu toplantılarda sektörün gelişimi, küresel pazarın durumu, yeni ürün projeleri, maliyet rekabetçiliği ve tedarikçi geliştirme programları üzerinde durulmaktadır. Üst yönetim desteği ve çalışanlara teknik eğitimlerin verilmesi yeşil tedarikçi gelişimi için önemli faaliyetlerden biri durumundadır. Uygulamada Satın Alma, Tedarik Zinciri ve Üretim Planlama birimlerinden sorumlu üç karar verici Tablo 3'te yer alan yeşil tedarikçi geliştirme programları değerlendirme kriterleri ile programların seçimini ve değerlendirmesini yapmaktadırlar. Kriterlerin ve alternatif programların değerlendirmesi için Tablo 4'de ki dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır.

4.1. Bulanık MOORA Uygulaması

Bulanık MOORA yöntemi ile uygulamaya başlamadan önce her hangi bir kriterin toplam bulanık değeri (\tilde{w}_i) hesaplanması gerekmektedir. Buna göre her bir karar verici kendi deneyimi ve bilgisi gereği dilsel değişkenler kullanarak kriterleri puanlandırmaktadır. Örneğin K_1 kriteri KV1 "Çok Düşük", KV2 "Düşük" ve KV3 ise "Yüksek" şeklinde puanlandırmaktadır. K_1 'in toplam bulanık performans değeri; $\tilde{w}_1 = \left\{ \min(1,1,3), \frac{1}{3}(1+3+5), \max(3,5,7) \right\} = (1,3,7)$

olmaktadır. Daha sonra (\tilde{w}_i) bulanık değeri denklem (1) yardımıyla bulanık olmayan (w_i) değerine dönüştürülmelidir.

K_1 kriterinin bulanık olmayan değeri $w_1 = \frac{1+(4*3)+7}{6} = 3,333$ çıkmaktadır. Diğer kalan kriterler de benzer şekilde

hesaplanmaktadır. Tablo 5'te 11 kriterin önem ağırlıkları hesaplanarak verilmiştir.

Tablo 5. Kriterlerin Dilsel İfadeleri ve Ağırlıkları

Kriterler	Karar vericiler			Toplam bulanık sayılar	Bulanık olmayan sayılar	Normalize edilmiş bulanık olmayan sayılar
	KV1	KV2	KV3			
K_1	ÇD	D	O	(1, 3, 7)	3.333	0.0632
K_2	D	O	Y	(1, 5, 9)	5.000	0.0947
K_3	ÇD	ÇD	D	(1, 1.667, 5)	2.111	0.0400

K₄	D	O	D	(1, 1.667, 7)	2.445	0.0463
K₅	ÇY	O	D	(1, 5.667, 9)	5.445	0.1032
K₆	O	D	Y	(1, 5, 9)	5.000	0.0947
K₇	O	O	Y	(3, 5.667, 9)	5.778	0.1095
K₈	D	O	ÇD	(1, 3, 7)	3.333	0.0632
K₉	ÇY	ÇY	Y	(5, 8.333, 9)	7.889	0.1495
K₁₀	Y	Y	ÇY	(5, 7.667, 9)	7.445	0.1411
K₁₁	O	O	O	(3, 5, 7)	5.000	0.0947

Tablo 6’da karar vericiler tarafından dört alternatif yeşil tedarikçi değerlendirme programları için değerlendirmeleri verilmektedir.

Tablo 6. Alternatif Programların Dilsel İfadeleri

Kriterler	A1			A2			A3			A4		
	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3	KV1	KV2	KV3
K₁	D	ÇD	ÇD	Y	D	ÇD	Y	Y	ÇY	ÇD	ÇD	O
K₂	D	O	O	Y	Y	D	ÇY	ÇY	Y	Y	O	ÇD
K₃	O	O	Y	ÇY	Y	ÇD	D	O	Y	ÇD	ÇD	O
K₄	Y	ÇY	ÇY	Y	Y	ÇD	ÇD	O	O	Y	Y	O
K₅	ÇD	D	O	D	O	D	O	O	ÇY	ÇD	Y	ÇD
K₆	D	Y	O	Y	ÇD	O	D	ÇD	Y	O	Y	Y
K₇	ÇD	Y	ÇY	D	Y	ÇY	ÇD	O	Y	ÇD	ÇD	ÇD
K₈	Y	O	Y	O	ÇY	O	Y	ÇY	D	ÇD	ÇD	Y
K₉	ÇY	Y	Y	O	O	D	ÇD	O	D	D	O	Y
K₁₀	Y	D	O	D	Y	ÇY	D	D	O	ÇD	Y	O
K₁₁	O	O	Y	O	ÇD	D	Y	Y	O	D	D	O

Tablo 6’da ki alternatif programlar için verilen dilsel ifadeler bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmüş ve daha sonra kriterler için uygulanan toplam bulanık sayı oluşturma işlemi burada tekrar yapılmıştır. Bulanık MOORA yönetiminin birinci adımında Tablo 7’de alternatif programlar için bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 7. Alternatif Programların Değerlendirilmesi İçin Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	A1	A2	A3	A4
K₁	(1, 1.667, 5)	(1, 3.667, 9)	(5, 7.667, 9)	(1, 2.333, 7)
K₂	(1, 4.333, 7)	(1, 5.667, 9)	(5, 8.333, 9)	(1, 4.333, 9)
K₃	(3, 5.667, 9)	(1, 5.667, 9)	(1, 5, 9)	(1, 2.333, 7)
K₄	(5, 8.333, 9)	(1, 5, 9)	(1, 3.667, 7)	(3, 6.333, 9)
K₅	(1, 3, 7)	(1, 4.333, 7)	(3, 6.333, 9)	(1, 3, 9)
K₆	(1, 5, 9)	(1, 4.333, 9)	(1, 3.667, 9)	(3, 6.333, 9)
K₇	(1, 5.667, 9)	(1, 6.333, 9)	(1, 4.333, 9)	(1, 1, 3)
K₈	(3, 6.333, 9)	(3, 6.333, 9)	(1, 6.333, 9)	(1, 3, 9)
K₉	(5, 7.667, 9)	(1, 4.333, 7)	(1, 3, 7)	(1, 5, 9)
K₁₀	(1, 5, 9)	(1, 6.333, 9)	(1, 3.667, 7)	(1, 4.333, 9)
K₁₁	(3, 5.667, 9)	(1, 3, 7)	(3, 6.333, 9)	(1, 3.667, 7)

Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra ikinci adımda denklem (3), (4) ve (5) yardımı ile normalizasyon yapılmış ve Tablo 8’de normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 8. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	A1	A2	A3	A4
K₁	(0.054, 0.090, 0.269)	(0.054, 0.198, 0.485)	(0.269, 0.413, 0.485)	(0.054, 0.126, 0.377)
K₂	(0.047, 0.202, 0.327)	(0.047, 0.264, 0.420)	(0.233, 0.389, 0.420)	(0.047, 0.202, 0.420)
K₃	(0.150, 0.284, 0.451)	(0.050, 0.284, 0.451)	(0.050, 0.250, 0.451)	(0.050, 0.117, 0.351)
K₄	(0.229, 0.382, 0.413)	(0.046, 0.229, 0.413)	(0.046, 0.168, 0.321)	(0.138, 0.290, 0.413)
K₅	(0.054, 0.161, 0.375)	(0.054, 0.232, 0.375)	(0.161, 0.339, 0.482)	(0.054, 0.161, 0.482)
K₆	(0.048, 0.240, 0.432)	(0.048, 0.208, 0.432)	(0.048, 0.176, 0.432)	(0.144, 0.304, 0.432)
K₇	(0.054, 0.304, 0.482)	(0.054, 0.339, 0.482)	(0.054, 0.232, 0.482)	(0.054, 0.054, 0.161)
K₈	(0.138, 0.291, 0.414)	(0.138, 0.291, 0.414)	(0.046, 0.291, 0.414)	(0.046, 0.138, 0.414)
K₉	(0.250, 0.384, 0.450)	(0.050, 0.217, 0.350)	(0.050, 0.150, 0.350)	(0.050, 0.250, 0.450)
K₁₀	(0.050, 0.252, 0.454)	(0.050, 0.319, 0.454)	(0.050, 0.185, 0.353)	(0.050, 0.218, 0.454)
K₁₁	(0.155, 0.293, 0.465)	(0.052, 0.155, 0.362)	(0.155, 0.327, 0.465)	(0.052, 0.189, 0.362)

Ardından Tablo 5’de ki kriterlerin önem ağırlıkları ile üçüncü adımda denklem (6), (7) ve (8) yardımıyla Tablo 9’da ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 9. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	A1	A2	A3	A4
K₁	(0.003, 0.006, 0.017)	(0.003, 0.012, 0.031)	(0.017, 0.026, 0.031)	(0.003, 0.008, 0.024)
K₂	(0.004, 0.019, 0.031)	(0.004, 0.025, 0.040)	(0.022, 0.037, 0.040)	(0.004, 0.019, 0.040)
K₃	(0.006, 0.011, 0.018)	(0.002, 0.011, 0.018)	(0.002, 0.010, 0.018)	(0.002, 0.005, 0.014)
K₄	(0.011, 0.018, 0.019)	(0.002, 0.011, 0.019)	(0.002, 0.008, 0.015)	(0.006, 0.013, 0.019)
K₅	(0.006, 0.017, 0.039)	(0.006, 0.024, 0.039)	(0.017, 0.035, 0.050)	(0.006, 0.017, 0.050)
K₆	(0.005, 0.023, 0.041)	(0.005, 0.020, 0.041)	(0.005, 0.017, 0.041)	(0.014, 0.029, 0.041)
K₇	(0.006, 0.033, 0.053)	(0.006, 0.037, 0.053)	(0.006, 0.025, 0.053)	(0.006, 0.006, 0.018)
K₈	(0.009, 0.018, 0.026)	(0.009, 0.018, 0.026)	(0.003, 0.018, 0.026)	(0.003, 0.009, 0.026)
K₉	(0.037, 0.057, 0.067)	(0.007, 0.032, 0.052)	(0.007, 0.022, 0.052)	(0.007, 0.037, 0.067)
K₁₀	(0.007, 0.036, 0.064)	(0.007, 0.045, 0.064)	(0.007, 0.026, 0.050)	(0.007, 0.031, 0.064)
K₁₁	(0.015, 0.028, 0.044)	(0.005, 0.015, 0.034)	(0.015, 0.031, 0.044)	(0.005, 0.018, 0.034)

Dördüncü adımda denklem (9), (10), (11) ve denklem (12), (13), (14) ile fayda ve maliyet kriterleri açısından normalize edilmiş performans değerleri bulunmuştur. Son olarak beşinci adımda programların bulanık olmayan performans değerleri hesaplanarak Tablo 10’deki gibi sıralanmıştır.

Tablo 10. Programların Bulanık Olmayan Performans Değerleri ve Sıralama

Alternatifler	S+			S-			S	Sıralama
A1	0.094	0.229	0.353	0.014	0.036	0.066	0.205	1
A2	0.046	0.202	0.328	0.010	0.049	0.088	0.166	2
A3	0.061	0.183	0.331	0.041	0.073	0.088	0.154	4
A4	0.054	0.160	0.319	0.010	0.032	0.078	0.160	3

Tablo 10’a göre işletmenin alternatif yeşil tedarikçi geliştirme programları arasından en iyisi (A1) “sertifikalandırma” olarak programı çıkmıştır. Daha sonra ise sırasıyla (A2) “Ar-Ge desteği”, (A4) “uzman desteği ve teknik eğitim” ve (A3) “tedarikçi toplantıları” programları gelmektedir. (A2) ve (A4) programlarının uygulama önceliği kendi içerisinde değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Yeşil tedarikçi geliştirme programları sayesinde tedarikçiler sürekli olarak performanslarını geliştirmeye çalışmaktadırlar. İstatistiksel süreç kontrolleri, sertifikalandırma, Ar-Ge desteği, uzman desteği ve teknik eğitim, düzenli ziyaretler ve ödüllendirmeler ile tedarikçi performansının sürekli iyileştirilmesi takip edilmektedir. Çalışmada işletmenin tedarikçilerine uygulamak istediği alternatif programlar, amaçları gerçekleştirme doğrultusunda karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede tedarikçi performansı maliyet, kalite, teknoloji, teslimat, çevre (çevresel tasarım, çevre yönetim sistemi, yeşil imaj, yeşil satın alma) gibi kriterler veya göstergeler ile değerlendirilmektedir. Her bir alternatifin belirli maliyeti olmasının yanında sosyal ve teknik açıdan yapılabilirliği, öngörülen zamanın ve kaynakların yeterliliği yüksektir.

4.2. Duyarlılık Analizi

Çalışmanın bu bölümünde kriterlerin önem ağırlıklarının bulanık MOORA yöntemi ile elde edilen sonuçlar üzerindeki etkinliğini test etmek amacıyla 15 farklı durum incelenmiştir. Tablo 11’de duyarlılık analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 11. Duyarlılık Analizi Sonuçları

Durum	Kriter ağırlıkları	Alternatif Sıralama
İlk durum	Uzman kararları ile	A1 > A2 > A4 > A3
Durum 1	$w_{k1}=1, w_{k2-11}=0$	A3 > A2 > A4 > A1
Durum 2	$w_{k2}=1, w_{k1,3-11}=0$	A3 > A2 > A4 > A1
Durum 3	$w_{k3}=1, w_{k1,2,4-11}=0$	A1 > A2 > A3 > A4
Durum 4	$w_{k4}=1, w_{k1,3,5-11}=0$	A1 > A4 > A2 > A3
Durum 5	$w_{k5}=1, w_{k1,4,6-11}=0$	A3 > A4 > A2 > A1
Durum 6	$w_{k6}=1, w_{k1,5,7-11}=0$	A4 > A1 > A2 = A3
Durum 7	$w_{k7}=1, w_{k1,6,8-11}=0$	A2 > A1 > A3 > A4
Durum 8	$w_{k8}=1, w_{k1,7,9-11}=0$	A1 = A2 > A3 > A4
Durum 9	$w_{k9}=1, w_{k1,8,10-11}=0$	A1 > A4 > A2 > A3
Durum 10	$w_{k10}=1, w_{k1,9,11}=0$	A2 > A1 > A4 > A3
Durum 11	$w_{k11}=1, w_{k1-10}=0$	A3 > A1 > A4 > A2
Durum 12	$w_{hepsi} = 0,0909$	A1 > A2 > A4 = A3
Durum 13	$w_{k1-3}=0,3333$	A3 > A2 > A4 = A1

Durum 14	$w_{k4-11}=0,125$	$A1 > A2 = A3 > A4$
Durum 15	$\sum w_{rastgele}=1$	$A1 > A4 > A2 = A3$

Yapılan hesaplamalara göre A1 programı 7 kez, A2 programı 2 kez, A3 programı 5 kez, A4 programı ise 1 kez ilk sırada yer almaktadır. Bu sonuçlar, kullanılan yöntemin sonuçlarının kriter ağırlıklarının değişimine karşı oldukça duyarlı davrandığını ve işletme tarafından yeşil tedarikçi geliştirmede A1 programının ilk sırada uygulanması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar ile işletmenin tedarikçilerinin gelişimini planlamada içsel yetkinliklerine önem vermesi gerektiği vurgulanmaktadır. Çevre Yönetim Sistemi (ISO 14000), Kalite Yönetim Sistemi (ISO 9001), İş Sağlığı ve Güvenliği (ISO 18001) gibi konularda sertifikalandırma süreçleri işletmelerin kurumsal bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Bu tür sertifikalar tedarikçi profesyonelliği ve onun kurumsal yapısı hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Yeşil tedarikçi geliştirme programlarını değerlendirirken kullanılan kriterler çok çeşitlilik gösterebilmektedir. Örneğin Tablo 11'e göre alternatif programlar sadece maliyet, imalat çıktısı veya teslimat kriteri ile ilişkilendirildiğinde öncelik (A3) "tedarikçi toplantıları" programının olmaktadır. İşletmeler bir mal veya hizmet alırken farklı tedarikçilerden mutlaka fiyat teklifi almaktadırlar. Birden fazla tedarikçi ile çalışan işletmelerde fiyatın yanında teslim süresi, tedarikçi performansı, ürün çıktısı, yenilikçilik çalışmaları, teknik yeterlilik, esneklik gibi kriterlerde göz önüne alınmaktadır. Dolayısıyla tedarikçi performansı değerlendirmesinde bazı spesifik konularda özel araştırmalar yapmak gerekmekte ve tedarikçiler ile sıklıkla toplantılar organize edilmektedir. Bu toplantılarda sektörün gelişimi, küresel pazarın durumu, yeni ürün projeleri, maliyet rekabetçiliği ve tedarikçi geliştirme programları üzerinde durulmaktadır. Alıcı işletmeler kendi profesyonellik ve kurumsal çalışma anlayışı doğrultusunda tedarikçiler seçmekte ve birlikte çalışmaktadırlar. Bu sayede hedef ve beklentilere cevap verecek tedarikçiler belirlenmektedir (Erdal, 2014: 315).

5. Yönetimsel Etkileri

Çalışmanın imalat işletmeleri üzerinde bazı yönetimsel etkileri bulunmaktadır. Öncelikli olarak aynı sektörde bulunan benzer işletmeler kendileri için en uygun yeşil tedarikçi geliştirme programları seçiminde bulunmak istediklerinde önerilen yöntemleri kullanabileceklerdir. Çünkü seçilen en uygun tedarikçi geliştirme programı ürün geliştirme yeteneğinde ve kalitesinde artma, maliyetlerde azalma, tehlikeli ürün üretiminde azalma, satın alma riskinde azalma ve ürün pazar payında artma (Kannan vd., 2013: 365) gibi avantajlar sağlamaktadır. Diğer taraftan çıkan sonuçlara göre tedarikçiler, kendilerini rakiplerine göre kıyaslayabilecekler ve sürdürülebilir ürün ve hizmet sunabilmede kendi performanslarını geliştirebileceklerdir.

İkinci olarak tedarikçiler ile güvene dayalı uzun dönemli bir ilişkide tedarikçilerde görülen eksikliklerin bir daha tekrarlanmaması için önlem alıcı programlar geliştirilmektedir. Yeşil tedarikçi geliştirme programları ile işletmenin bugün ve gelecekteki gereksinimlerini istenilen performanslarda karşılayabilecek tedarikçiler oluşturulabilmektedir. Böylelikle tedarikçiler, ana işletmelerin çevresel, finansal ve sosyal alanlarda yeteneklerini geliştirmesinde katkı sağlayabileceklerdir. Duyarlılık analizi sonuçlarına göre yöneticiler, yeşil tedarikçi değerlendirmede bir standart elde edebileceklerdir.

6. Sonuç

Günümüz rekabet ortamında tedarikçilerin işletme stratejilerine ne düzeyde katkı sağladıkları çok fazla tartışılmaktadır. İşletmeler etkin bir yönetim sistemi ile tedarikçilerin sorunlarına çözüm bulma arayışı içerisindeyim. Bu açıdan tedarikçi performansı yönetimi, tedarikçi ilişkileri yönetimi ve tedarikçi geliştirme eğitimi kapsamında uygulanmaktadır. Son yıllarda işletmeler yüksek kalitede hizmet verebilmek, maliyetleri düşürebilmek, çevresel standartlara uyum sağlayabilmek ve yeşil performanslarını artırabilmek maksadıyla tedarikçi geliştirme programlarını uygulamaktadırlar. İyi bir tedarikçi geliştirme programı rekabet avantajının sağlanmasında işletmelere büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca tedarikçi geliştirme programları ile siparişlerin kalite gereksinimlerini karşılama oranı artmakta, zamanında teslim oranı iyileşmekte, ürünlerde hata oranı azalmakta, ortalama envanter maliyeti düşmekte, normal siparişler için tedarik süresi azalmakta, ürün geliştirme seviyesi, ürün satışları ve kalitesi artmaktadır. Literatürde ise yeşil tedarikçi geliştirme üzerine yapılan ve işletmelere yardımcı olabilecek nitelikte çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Bai ve Sarkis, 2010; Blome vd., 2014; Awasthi ve Govindan, 2016). Bu sebeple alıcı işletmeler için belirsizlik ortamında yeşil tedarikçi geliştirme programları seçimi ve değerlendirmesi konusunda nominal grup tekniği ve MOORA yöntemleri ile literatüre bütünleşik yeni bir çalışma sunulmuştur. Ayrıca, gerçek bir işletme üzerinde duyarlılık analizi yapılarak kriter ağırlıklarının sonuçlar üzerindeki etkisi ölçülmüştür. Çalışmada yöntemin bulanıklaştırılarak kullanılması karar vericilere belirli sınırlar içerisinde davranma imkânı vermekte ve bu durum belirsizlik hallerinde esnek bir yapı sunmaktadır.

Çalışmanın en güçlü yanı önerilen yöntemin yeşil tedarikçi geliştirme programlarının değerlendirilmesi alanında ilk kez uygulanıyor olmasıdır. Fakat bununla birlikte bazı sınırlılıklarda bulunmaktadır. İlk olarak, programların seçimi için belirlenen kriterlerin ve alternatiflerin sayısında artış olması durumu, hesaplama zamanı ve basitliliği etkileyeceğinden dolayı, bu sayılarda her hangi bir değişime gidilmemiştir. İkinci olarak işletmede karar verici konumunda bulunan uzmanların verdikleri cevapların sadece çalışma için değil kurumun genel yönetim ilkeleri kapsamında her zaman arkasında durabilecekleri cevaplar olması umut edilmektedir. Son olarak çalışmada bütün tedarikçilere uygulanabilir tek

tip tedarikçi geliştirme programları değerlendirilmiştir. Bunun yerine esnekleştirilmiş tedarikçi temelinde özgün programlar gündeme getirilmelidir. Çünkü tedarikçi pazar yapısı ve ürün grupları özgün programların meydana gelmesinde etkili olmaktadır.

Gelecek çalışmalarda farklı yöntemler ile bu çalışmada kullanılan yöntemler arasında performans karşılaştırılması yapılabilir. Örneğin, bulanık TOPSIS, VIKOR gibi yöntemler ile çalışmada kullanılan yöntemlerin birbirlerine göre üstünlüklerini gösteren bir çalışma gerçekleştirilebilir. Diğer taraftan yurt içi ve yurt dışı tedarikçi geliştirme programları arasında farklı yöntemler tercih edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akkaya, G., Turanoğlu, B., Öztaş S. 2015, "An Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy MOORA Approach to The Problem of Industrial Engineering Sector Choosing", *Expert Systems With Applications*, 42 (24), 1-9.
- Akman, G. 2015, "Evaluating Suppliers To Include Green Supplier Development Programs Via Fuzzy C-Means and VIKOR Methods", *Computers and Industrial Engineering*, 86(6). 69-82.
- Aktepe, Adnan ve Süleyman Ersöz 2014, AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25 (1-2), 2-15.
- Archana, M, V. Sujatha 2012. "Application of Fuzzy MOORA and GRA in Multi Criterion Decision Making Problems", *Internationa lJournal of Computer Applications*, 53 (9),46–50.
- Awasthi, A., Chauhan, S. S., Goyal, S. K. 2010, "A Fuzzy Multicriteria Approach For Evaluating Environmental Performance of Suppliers", *International Journal of Production Economics*, 126, 370-378.
- Awasthi, A., Govindan, K. 2016, "Green Supplier Development Program Selection Using NGT and VIKOR Under Fuzzy Environment", *Computers and Industrial Engineering*, 91, 100-108.
- Bai, C., Sarkis, J. 2010, "Green Supplier Development: Analytical Evaluation Using Rough Set Theory", *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1200-1210.
- Baležentis, Tomas 2011, "A Farming Efficiency Estimation Model Based on Fuzzy MULTIMOORA", *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, ResearchPapers, 5 (29), 43–52.
- Baležentis, A., Baležentis, T., Brauers, W. K. M. 2012) Personnel Selection Based On Computing With Words and Fuzzy MULTIMOORA", *Expert Systems with Applications*, 39 (9), 7961-7967.
- Blome, C., Hollos, D., Paulraj, A. 2014, "Green Procurement and Green Supplier Development: Antecedents and Effects On Supplier Performance", *International Journal of Production Research*, 52(1), 32-49.
- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K. 2006, "The MOORA Method and Its Application To Privatization In A Transition Economies", *Control and Cybernetics*, 35 (2), 445-469.
- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K. 2012, "Robustness of MULTIMOORA: A Method For Multi Objective Optimization", *Informatica*, 23 (1), 1–25.
- Büyüközkan, G., Vardaloğlu, Z. 2008, "Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi", *Lojistik Dergisi*, 8, 66-73.
- Büyüközkan, G., Çifçi, G. 2012, "A Novel Hybrid MCDM Approach Based On Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP And Fuzzy TOPSIS To Evaluate Green Suppliers", *Expert Systems with Applications*, 39 (3), 3000-3011.
- Chen, C. C., Tseng, M. L., Lin, Y. H. Lin, Z. S. 2010, "Implementation of Green Supply Chain Management In Uncertainty", *In Proceedings of International Conference on IE&EM, IEEE 7–10 December*, (260–264).
- Chiou, C. Y., Hsu, C. W., Hwang, W. Y. 2008, "Comparative Investigation On Green Supplier Selection of The American, Japanese and Taiwanese Electronics Industry In China", *International Conference on IE&EM, IEEE 8-11 Dec.*, (1909-1914).
- Dou, Y., Zhu, Q., Sarkis, J. 2014, "Evaluating Green Supplier Development Programs With A Grey-Analytical Network Process-Based Methodology", *European Journal of Operational Research*, 233(2), 420-431.
- Erdal, M. (2014), *Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*, İstanbul: Beta Basım Yayın.
- Fu, X., Zhu, Q., Sarkis, J. 2012, "Evaluating Green Supplier Development Programs At A Telecommunications Systems Provider", *International Journal of Production Economics*, 40, 357-367.
- Govindan, K., Khodaverdi, R., Jafarian, A. 2013, "A Fuzzy Multi Criteria Approach For Measuring Sustainability Performance of A Supplier Based On Triple Bottom Line Approach", *Journal of Cleaner Production*, 47, 345-354.
- Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., Murugesan, P. 2015, "Multi Criteria Decision Making Approaches For Green Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review", *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83.
- Grisi, R. M., Guerra, L., Naviglio, G. 2010, "Supplier Performance Evaluation For Green Supply Chain Management", *Business Performance Measurement and Management*, 4, 149-163.
- Handfield, R., Walton, S., Sroufe, R., Melnyk, S. 2002, "Applying Environmental Criteria To Supplier Assessment: A Study In The Application of The Analytical Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 141, 70-87.
- Hsu, C. W., Hu, A. H. 2009, "Applying Hazardous Substance Management to Supplier Selection Using Analytic Network Process", *Journal of Cleaner Production*, 17, 255-264.
- Humphreys, P. K., Wong, Y. K., Chan, F. T. S. 2003, "Integrating Environmental Criteria In to The Supplier Selection Process", *Journal of Materials Processing Technology*, 138(1-3), 49-356.
- Humphreys, P., McCloskey, A., McIvor, R., Maguire, L., Glackin, C. 2006, "Employing Dynamic Fuzzy Membership Functions To Assess Environmental Performance In The Supplier Selection Process", *International Journal of Production Research*, 44(12), 2379-2419.
- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., Diabat, A. 2013, "Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method and Multi-Objective Programming Approach For Supplier Selection And Order Allocation In A Green Supply Chain", *Journal of Cleaner Production*, 47, 355–367.
- Karande, Prasad ve Shankar Chakraborty 2012, "A Fuzzy MOORA Approach For ERP System Selection", *Decision Science Letters*, 1 (1), 11–22.

- Krause, D. R., Handfield, R. B., Tyler, B. B. 2007, "The Relationships Between Supplier Development, Commitment, Social Capital Accumulation and Performance Improvement", *Journal of Operations Management*, 25(2), 528-545.
- Kuo, R. J., Wang, Y. C., Tien, F. C. 2010, "Integration of Artificial Neural Network and MADA Methods For Green Supplier Selection", *Journal of Cleaner Production*, 18 (12), 1161-1170.
- Lee, A. H. I., Kang, H. Y., Hsu, C. F., Hung, H. C. 2009, "A Green Supplier Selection Model For High-Tech Industry", *Expert Systems with Applications*, 36, 7917-7927.
- Lee, C. 2008, "Green Suppliers With Environmental Performance In The Supply Chain Perspective", *Asia Pacific Management Review*, 13(4), 731-774.
- Linton, J. D., Klassen, R., Jayaraman, V. 2007, "Sustainable Supply Chains: An Introduction". *Journal of Operations Management*, 25(1), 1075-1082
- Noci, G. 1997, "Designing 'Green' Vendor Rating Systems For The Assessment of A Supplier's Environmental Performance", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 3(2), 103-114.
- Özçelik, Gökhan, Aydoğan, E. Kızılkaya ve Cevriye Gencer (2014), "A Hybrid Moora Fuzzy Algorithm For Special Education and Rehabilitation Center Selection", *Journal of Military and Information Science*, 2 (3), 53–62.
- Shen, L., Olfat, L., Govindan, K., Khodaverdi, R., Diabat, A. 2013, "A Fuzzy Multi Criteria Approach For Evaluating Green Suppliers Performance In Green Supply Chain With Linguistic Preferences", *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 170-179.
- Srivastava, S. K. 2007, "Green Supply-Chain Management: A State-of-The-Art Literature Review", *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80.
- Streimikiene, Delia, Balezentis, Tomas, Krisciukaitiene, Irena ve Alvydas Balezentis 2012, "Prioritizing Sustainable Electricity Production Technologies: MCDM Approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (5), 3302–3311.
- Tang, C. S., Zhou, S. 2012, "Research Advances In Environmentally and Socially Sustainable Operations", *European Journal of Operational Research*, 223(3), 585-594.
- Tepe, Serap ve Ali Görener 2014, "Analitik Hiyerarşi Süreci ve MOORA Yöntemlerinin Personel Seçiminde Uygulanması", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13 (25). 1-14.
- Tseng, M. L., Chiu, A. S. F. 2013, "Evaluating Firms Green Supply Chain Management In Linguistic Preferences", *Journal of Cleaner Production*, 40, 22-31.
- Tuzkaya, G., Ozgen, A., Ozgen, D.,Tuzkaya, U. R. 2009, "Environmental Performance Evaluation of Suppliers: A Hybrid Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6, 477-490.
- Uygunturk, H 2015, "Bankaların İnternet Şubelerinin Bulanık MOORA Yöntemi İle Değerlendirilmesi", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 11 (25), 115-128.
- Vachon, S., Klassen, R. D. 2008, "Environmental Management and Manufacturing Performance: The Role of Collaboration In The Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 111(2), 299-315.
- Vatansver, Kemal ve Metin uluköy (2013), "Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (2), 274-293.
- Yan, G. 2009, "Research On Green Suppliers' Evaluation Based On AHP & Genetic Algorithm", *In: International Conference on SPS, IEEE*, 15-17 May, 615-619.
- Yeh, W. C., Chuang, M. C. 2011, "Using Multi Objective Genetic Algorithm For Partner Selection In Green Supply Chain Problems", *Expert Systems with Applications*, 38, 4244-4253.
- Yıldırım, B. Fatih ve Onur Öney 2013, "Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık AHP – MOORA Yöntemi Kullanılarak Sıralanması", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24 (75), 59-81.